Ueber den Einfluss der Temperatur der Speisen auf die Funktionen des Magens.

Inaugural-Dissertation

verfasst und der

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Franz Hurck

aus

Berge-Borbeck (Rhld).

ACAD ... MED ...

WÜRZBURG

Paul Scheiner's Buchdruckerei (Dominikanergasse 6)

1904.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: Herr Geh.-Rat Prof. Dr. v. Leube.

Meinen

LIEBEN ELTERN

in Dankbarkeit

gewidmet.

Aus dem Privat-Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Joh. Müller in Würzburg.

Es ist noch nicht lange her, dass der Magen als ein höchst wichtiges Verdauungsorgan angesehen wurde. Durch viele Tierexperimente war die Anwesenheit der Salzsäure, der Verdauungsfermente und die Peptonisierung gefunden worden, und man betrachtete nun als Hauptaufgabe des Magens in möglichst ausgiebiger Weise an der Verdauung der Speisen teilzunehmen. Und in der Tat ist in dieser Hinsicht die Mitarbeit des Magens keineswegs zu unterschätzen, wissen wir doch durch die Untersuchungen, die von *Ellenberger* und *Hofmeister*[1]) an Tieren, neuerdings von J. *Müller*[2]) an Menschen vorgenommen wurden, dass das Eiweiss bereits im Magen zum allergrössten Teil durch Pepsinverdauung gelöst wird. Indessen ist andererseits sowohl durch Tierexperimente als durch Beobachtung an Kranken der Nachweis erbracht worden, dass die Verdauungstätigkeit des Magens für den menschlichen Haushalt nicht unbedingt notwendig ist, dass vielmehr die Darmverdauung auch die Magenverdauung mitübernehmen kann. So zeigten *Czerny* und *Kaiser*[3]), dass Hunde trotz totaler Resektion des Magens nicht nur am Leben bleiben, sondern auch in ihrer Ernähr-

---

1) Du Bois' Archiv für Anatomie u. Physiologie. Bd. 1890.

2) Joh. Müller, Ueber den Umfang der Eiweissverdauung im menschlichen Magen unter normalen und pathologischen Verhältnissen. (Verhandl. der Physikal.-Mediz. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. 35.)

3) Kaiser in Czernys Beiträgen zur operativen Chirurgie Stuttgart 1878.

ung keine Einbusse erleiden. Später haben *Moritz*[1]) und *v. Noorden*[2]) an Kranken, deren Magenverdauung infolge Atrophie des Drüsenapparates vollständig darniederlag, die Entbehrlichkeit der peptischen Tätigkeit des Magens nachgewiesen. Die Ausnützung der Nahrung war ebenso gut wie bei Mitbeteiligung des Magenchemismus, wenn nur dafür gesorgt war, dass die Speisen in einem für die direkte Weiterbeförderung in den Darm geeigneten Zustande genossen wurden. Dass die Magenverdauung übrigens nicht ganz ohne Bedeutung sein kann, geht, wie J. *Müller*[3]) hervorhebt, schon aus der klinisch immer zu beobachtenden Tatsache hervor, dass Personen mit fehlender Pepsin-Salzsäuresekretion durchweg an Verdauungsbeschwerden leiden; ihr ganzes Allgemeinbefinden ist schlecht, sie sind anaemisch, ihre körperliche Leistungsfähigkeit ist reduziert; es sind eben kranke Menschen.

Die resorptive Tätigkeit des Magens spielt bekanntlich keine grosse Rolle, wie das besonders durch *v. Mering* und *Brandl*[4]) gezeigt worden ist. In nennenswerter Menge wird nur Alkohol resorbiert, Wasser überhaupt nicht, Salze, Pepton, Eiweiss, Dextrin, Zucker in sehr geringer Menge, sodass für die Resorption unserer hauptsächlichsten Nahrungsmittel der Magen kaum in Betracht kommt.

Ausser den peptischen und resorptiven Leistungen hat der Magen noch andere, für den Gesamtorganismus höchst wichtige Funktionen zu versehen, und in dieser Hinsicht dürften die Anschauungen, die *Moritz*

---

[1]) Moritz, Ueber die Funktionen des Magens. Münch. Mediz. Wochenschrift 1895.

[2]) v. Noorden, Ueber die Ausnutzung bei Magenkranken. Zeitschrift für klin. Med. Bd. 27.

[3]) l. c.

[4]) Brandl, Ueber Resorption und Sekretion im Magen. Zeitschrift für Biologie Bd. 29.

1895 auf dem oberpfälzischen Aerztecongress[1]) entwickelte, heute wohl allgemein anerkannt sein. Nach ihm stellt der Magen in erster Linie eine Schutzvorrichtung für den viel empfindlicheren Darm dar. Die plötzlich und in grosser Menge aufgenommene Nahrung wird von dem Magen zunächst zurückgehalten und nur in kleinen Portionen abgegeben, wodurch in höchst zweckmässiger Weise einerseits eine Ueberlastung des Darms vermieden, andererseits eine möglichst ausgiebige Einwirkung der Verdauungsfermente und eine möglichst vollkommene Resorption erreicht wird. Die Bedeutung des Magensaftes liegt, abgesehen von der Eiweissverdauung und der Caseïnfällung, zunächst darin, dass die Speisen aufgeweicht und schlüpfrig, somit geeigneter für die Passage durch den Darm werden; ferner werden zu conzentrierte und dadurch für den Darm schädliche oder wenigstens zur Resorption ungeeignete Lösungen durch Wasseraufnahme verdünnt; endlich ist die desinfizierende Wirkung der Salzsäure von hohem Werte. Dann aber kommt dem Magen auch noch die Fähigkeit zu, sehr hohe oder niedrige Temperaturen der Speisen zu moderieren.

Ueber die Funktionen des Magens liegen äusserst zahlreiche Untersuchungen vor; auch über den Einfluss verschiedenartigster Momente auf die Magentätigkeit sind, besonders auf die Veranlassung *Penzoldt's* Versuche unternommen worden. Der Einfluss alkalischer Salze, des Alkohols, der Schlafmittel, der gesteigerten Körperbewegung und Darmperistaltik, des Radfahrens, der Massage, des Elektrisierens, der warmen und kalten Umschläge u. s. w. ist untersucht worden. Es ist daher einigermassen auffallend, dass der Einfluss der Temperatur der aufgenommenen Speisen auf die Funktionen des Magens bisher nur wenig Berück-

---

[1]) Veröffentlicht in der Münch. Med. Wochenschrift 1895. Heft 49.

sichtigung fand, obgleich diese Frage auch einiges praktische Interesse haben dürfte. Auf die Anregung des Herrn Prof. Dr. J. *Müller* hin und unter seiner Anleitung stellte ich daher einige Versuche in dieser Hinsicht an.

Die Versuche konnten, wie schon so viele Magenuntersuchungen an Tieren gemacht werden, denen eine entsprechende Magen- oder Darmfistel angelegt war, oder aber an Menschen. Die folgenden Versuche wurden nur an Menschen ausgeführt. Die bei Tierexperimenten gefundenen Resultate ohne weiteres auf den menschlichen Magen zu übertragen, dürfte man, wie *Jaworski*[1]) hervorhebt, doch nur ein zweifelhaftes Recht haben. Zunächst weiss man nicht einmal, ob der betr. Hundemagen normal ist; ferner kommt für einen Hund mit Magenfistel noch als sehr störendes Moment in Betracht der Reiz, der immer von einer Fistel, besonders bei vielen Experimentieren, ausgeht, dann aber vor allem die Behinderung der freien Beweglichkeit des Magens, also eines für die Fortschaffung des Mageninhalts sehr wesentlichen Faktors. Das gleiche gilt auch für Versuche an gastrostomierten Menschen. Seitdem die von *Kussmaul* zu therapeutischen Zwecken angegebene Magensonde durch *v. Leube* in die Diagnostik eingeführt ist, haben wir in ihr ein bequemes, ganz ungefährliches Mittel in der Hand, um uns jederzeit über die Magentätigkeit zu orientieren.

Als Versuchspersonen dienten Handwerksburschen, die sich auf der Wanderung hier aufhielten, junge, kräftige Burschen, die nie ernstlich krank gewesen waren, besonders nie an Magenkrankheiten gelitten hatten, und angaben, von ihrem Magen nur dann etwas zu merken, wenn sie Hunger hätten. Die Ver-

[1]) Jaworski und Glucinski, Experimentell klinische Untersuchungen über den Chemismus und Mechanismus der Verdauungsfunktion des Magens. Zeitschr. für klin. Med. Bd. 11.

suche fanden morgens statt; bis dahin mussten die Leute nüchtern bleiben. Bei verschiedenen Vorversuchen, wie auch bei gelegentlichen späteren Controlversuchen zeigte sich, dass der Magen im nüchternen Zustande nur etwas Schleim enthielt. Es wurde daher von einer vorherigen Auswaschung des Magens Abstand genommen.

Als Versuchsspeisen benutzten wir nur Flüssigkeiten. Auf diese Weise waren die Versuche möglichst einfach und daher am übersichtlichsten gestaltet. Feste Speisen würden übrigens die Wiedergewinnung durch die Sonde nur in höchst unvollkommener Weise zugelassen haben.

Was die bei den Versuchen beobachteten Temperaturen angeht, so wurden die Speisen zunächst bei 5^0, später bei 50^0 und 38^0 C. eingeführt, also bei Temperaturen, die wir als kalt, sehr warm und lauwarm zu bezeichnen pflegen. Irgend einen für den Magen nachteiligen Einfluss dieser immerhin schon etwas extremen Temperaturen von 5 und 50^0 haben meine Versuchspersonen trotz der zahlreichen Experimente nicht gehabt.

Die Herausbeförderung des Mageninhalts geschah nach Einführung einer weichen Sonde durch „Pressen“. Von der Benutzung der zu gleichem Zwecke angegebenen Aspiratoren glaubten wir abstehen zu sollen, weil einerseits zuweilen Schleimhautstückchen mitaspiriert werden, was allerdings für gewöhnlich eine ungefährliche Läsion bedeuten mag, andererseits durch einige Vorversuche festgestellt wurde, dass sich der Mageninhalt durch einfache Expression bei den vollkommen darauf eingeübten Versuchspersonen bis auf wenige ccm. gewinnen liess.

I.

Auf diesem Wege wurde nun zunächst mit Versuchen begonnen über den Einfluss der Temperatur

der Speisen auf die **Motilität und Sekretion des Magens**. Bei Durchsicht der Litteratur finde ich, wie oben schon bemerkt, diese Frage bei den Untersuchungen über die Magentätigkeit nur wenig berücksichtigt. *Schüle*[1]) war wohl der erste, der bei seinen Untersuchungen über die Sekretion und Motilität bei einem Hunde, der 17 cm vom Pylorus entfernt eine Darmfistel trug, auch Versuche mit Wasser von verschiedener Temperatur anstellte und dabei fand, dass Wasser von mittleren und hohen Temperaturen eine ganz auffallende Verstärkung der austreibenden Kraft des Magens bewirkte. Ferner gibt *Krieger*[2]) an, dass nach seinen Untersuchungen die kalt eingeführten Getränke am schnellsten entfernt werden; eine Ausnahme habe nur warmer, schwarzer Kaffee gemacht, der noch schneller aus dem Magen verschwunden sei. Die Temperatur ist nicht näher angegeben. Wie wir sehen werden, stimmen diese Resultate mit den meinigen nicht überein. Dagegen scheinen die Untersuchungen *Micheli's*[3]), der in neuerer Zeit den Einfluss der Temperatur prüfte, die gleichen Ergebnisse gebracht zu haben wie meine Versuche. Leider war mir seine Arbeit, von der ich übrigens erst während der Versuche hörte, nicht im Original zugängig.

Zur Bestimmung der Motilität und Sekretion dienten als Versuchsspeisen Thee, Hafermehlsuppe, Milch und Bouillon. Um ein conformes Versuchsmaterial zu erhalten, wurden Thee, Suppe und Bouillon stets in genau gleicher Weise, letztere aus Liebig's Fleisch-

---

[1]) Schüle, Untersuchungen über die Sekretion und Motilität des normalen Magens. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 28 u. 29.

[2]) Krieger, Ueber die Aufenthaltsdauer und das Verhalten von Flüssigkeiten im Magen. Inaug.-Diss. Erlangen 1897.

[3]) Micheli, Influenza della temperatura degli ingesti sulle funzioni gastriche. Arch. ital. di clin. med. 1896 Punt. I. rec. im Arch. für Verdauungskrankheiten Bd. III. S. 243.

extrakt hergestellt. Die Leute tranken möglichst schnell 400 ccm von entsprechender Temperatur und mussten sich darauf ruhig verhalten. Nach 15 Minuten wurde exprimiert und die gewonnene Menge gemessen. Diese Restbestimmungen boten einen Masstab für die Motilität des Magens unter dem Einfluss der verschiedenen Temperaturen. Die gewonnene Flüssigkeit wurde alsdann filtriert, und ihre Acidität zunächst durch Lakmuspapier geprüft. Dann wurde durch Congopapier und die *Günzburg*'sche Phlorogluzin-Vanillien-Probe auf freie Salzsäure untersucht. Die Gesamt-Acidität wurde durch Titrieren mit Zehntelnormalnatronlauge (Phenolphtaleïn als Indikator) bestimmt, die freie Salzsäure gleichfalls durch Titrieren bis zum Verschwinden der *Günzburg*'schen Reaktion. Die Gesamt-Acidität ist in den folgenden Tabellen auf 100 ccm Magenflüssigkeit berechnet und in ccm Zehntelnormalnatronlauge ausgedrückt.

Es wurden von den folgenden Speisen 400 ccm bei 5° C. eingeführt und nach 15 Minuten exprimiert.

Tabelle A.

Nr.	Vers.-Person	Versuchs-Speise	Exprim. Menge ccm	Acidität. Lackmus	Congo	Günzburg	freie Salzsäure	Gesamt-Acidität
1	Pfeiffer	Thee	150	+	—	—	—	4
2	"	"	75	+	+	+	6	16
3	Jüngert	"	210	+	+	+	2	13
4	Pfeiffer	Hafermehlsuppe	130	+	+	+	5	23
5	"	"	160	+	+	+	7	19
6	Jüngert	"	175	+	+	+	8	12
7	Pfeiffer	Milch	300	+	—	—	—	25
8	"	"	275	+	—	—	—	21
9	Jüngert	"	390	+	—	—	—	26
10	Pfeiffer	Bouillon	150	+	—	—	—	17
11	Jüngert	"	90	+	—	—	—	28

Mithin durchschnittlich:

Nr.	Versuchs-Speise	Exprim. Menge ccm	Entfernte Menge ccm	Acidität	
				freie Salzsäure	Gesamt-Acidität
1	Thee	145	255	4	11
2	Hafermehlsuppe	157	243	7	18
3	Milch	322	78	—	24
4	Bouillon	120	280	—	22

Bei den folgenden Versuchen wurden 400 ccm bei 50° C eingeführt und nach 15 Minuten exprimiert.

Tabelle B.

Nr.	Vers.-Person	Versuchs-Speise	Exprim. Menge ccm	Acidität				
				Lakmus	Congo	Günzburg	freie Salzsäure	Gesamt-Acidität
1	Pfeiffer	Thee	130	+	—	—	—	4
2	„	„	55	+	—	—	—	4
3	Jüngert	„	160	+	—	—	—	3
4	Pfeiffer	Hafermehlsuppe	170	+	—	—	—	6
5	„	„	115	+	—	—	—	6
6	Jüngert	„	310	+	—	—	—	4
7	Pfeiffer	Milch	290	+	—	—	—	33
8	„	„	225	+	—	—	—	20
9	Jüngert	„	380	+	—	—	—	20
10	Pfeiffer	Bouillon	165	+	—	—	—	18
11	Jüngert	„	105	+	—	—	—	19

Mithin durchschnittlich:

Nr.	Versuchs-Speise	Exprim. Menge ccm	Entfernte Menge ccm	Acidität freie Salzsäure	Acidität Gesamt-Acidität
1	Thee	115	285	—	4
2	Hafermehlsuppe	198	202	—	5
3	Milch	298	102	—	24
4	Bouillon	135	265	—	18

Bei den nächsten Versuchen wurden 400 ccm bei 38° C. eingeführt und nach 15 Minuten exprimiert.

Tabelle C.

Nr.	Vers.-Person	Versuchs-Speise	Exprim. Menge ccm	Acidität Lakmus	Acidität Congo	Acidität Günzburg	Acidität freie Salzsäure	Acidität Gesamt-Acidität
1	Pfeiffer	Thee	4	+	+	+	2	8
2	"	"	60	+	+	+	6	10
3	Jüngert	"	45	+	+	+	13	20
4	Pfeiffer	Hafermehlsuppe	100	+	—	—	—	4
5	"	"	80	+	—	—	—	5
6	Jüngert	"	280	+	—	—	—	4
7	Pfeiffer	Milch	75	+	—	—	—	26
8	"	"	185	+	—	—	—	20
9	Jüngert	"	305	+	—	—	—	16
10	Pfeiffer	Bouillon	115	+	—	—	—	19
11	Jüngert	"	10	+	—	—	—	24

Mithin durchschnittlich:

Nr.	Versuchs-Speise	Exprim. Menge ccm	Entfernte Menge ccm	Acidität	
				freie Salzsäure	Gesamt-Acidität
1	Thee	36	364	7	13
2	Hafermehlsuppe	153	247	—	4
3	Milch	188	212	—	21
4	Bouillon	62	338	—	21

Ueberblicken wir die Resultate der verschiedenen Versuche, so sehen wir, dass nach 15 Minuten schon ein grosser Teil der eingeführten Flüssigkeiten aus dem Magen verschwunden ist. Die Schnelligkeit der Entfernung hängt nun zunächst entschieden von der individuellen Beschaffenheit des Magens ab; davon haben wir in obigen Versuchen einen deutlichen Beweis. Fast bei allen, nur die Versuche mit Bouillon machen sonderbarerweise eine Ausnahme, sehen wir bei Pfeiffer in derselben Zeit viel mehr aus dem Magen befördert als bei Jüngert. Interessant war bei letzterem die Uebereinstimmung seiner geistigen und körperlichen Trägheit mit der trägen Magentätigkeit, während bei Pfeiffer eine gleiche Uebereinstimmung, aber in umgekehrten Sinne zu konstatieren war.

Bei Betrachtung der Durchschnittswerte fällt ferner auf, dass die aus dem Magen entfernte Menge durchaus abhängig ist von der Beschaffenheit der eingeführten Flüssigkeit. Bei allen Versuchen — nur bei 5^0 ist durchschnittlich Bouillon am schnellsten entfernt —, ist von Thee am meisten befördert, dann folgt Bouillon, dann Hafermehlsuppe, endlich Milch. Milch ist nach 15 Minuten noch 2 bis 3 mal mehr vorhanden als Thee. Die Erklärung hierfür dürfte darin zu finden sein, dass das Caseïn bald gerinnt,

und die Milch damit aufhört eine dünnflüssige Masse zu sein und nun auch mehr Zeit zur Weiterbeförderung bedarf als die übrigen Versuchsspeisen. Wahrscheinlich unterliegt die Milch im Magen schon einer gewissen Verdauung, ehe sie in den Darm entleert wird.

Besonders interessiert uns aber die Frage, ob nun auch ein Einfluss der Temperatur auf die Aufenthaltsdauer zu erkennen ist. Diese Frage muss entschieden bejaht werden. Zur besseren Uebersicht seien die Durchschnittswerte in dieser Hinsicht kurz zusammengestellt.

Nach 15 Minuten waren entfernt:

Nr.	Versuchs-Speise	5° ccm	50° ccm	38° ccm
1	Thee	255	285	364
2	Hafermehlsuppe	243	202	247
3	Milch	78	102	212
4	Bouillon	280	265	338

Bei diesem Ergebnis finden wir zwischen dem Einfluss der hohen und niedrigen Temperaturen keinen einheitlichen Unterschied. Wohl aber geht die Austreibung des Mageninhalts bei diesen bedeutend langsamer vor sich als bei einer Temperatur von 38°, also etwa bei Körperwärme. Bei den Versuchen mit Hafermehlsuppe ist dieser Unterschied weniger deutlich, während er bei den übrigen recht auffallend ist. Auch *Micheli* fand bei einer Temperatur von 38° die Bedingungen für die Magentätigkeit am günstigsten.

Versuchen wir dieses Ergebnis zu erklären, so dürfte an zweierlei zu denken sein. Zunächst wäre es möglich, dass durch die sehr hohen Temperaturen sowohl wie durch die sehr niedrigen auf die die

Magenbewegungen auslösenden Nervenendigungen ein lähmender Einfluss ausgeübt wird. Andererseits wäre aber auch denkbar, und das ist mir noch wahrscheinlicher, dass die extremen Temperaturen einen krampfhaften Verschluss des Pylorus bewirken, der einen Uebertritt des Mageninhalts nicht gestattet. Erst nach entsprechender Herabsetzung oder Erhöhung der Temperatur würde der Pylorus durchgängig werden bezw. durch seine rhythmischen Contraktionen das Austreibungsgeschäft besorgen.

Wie in den Tabellen angegeben, wurde zugleich auch die Säuresekretion des Magens unter dem Einfluss der verschiedenen Temperaturen untersucht. Während die Versuchsspeisen neutrale Reaktion zeigten, reagierten die nach 15 Minuten exprimierten Flüssigkeiten stets sauer. Milchsäure war nie nachzuweisen, sodass die Acidität durch Salzsäure bedingt sein dürfte. Hier seien die Aciditäts-Durchschnittswerte in ccm Zehntelnormalnatronlauge kurz zusammengestellt:

Nr.	Vers-Speise	Gesamt-Acidität			Freie Salzsäure		
		5°	50°	38°	5°	50°	38°
1	Thee	11	4	13	4	—	7
2	Hafermehlsuppe	18	5	4	7		
3	Milch	24	24	21	—	—	
4	Bouillon	22	18	21	—	—	

Ein Ueberblick über diese Zahlen zeigt zunächst, dass innerhalb 15 Minuten bei flüssigen Speisen nur eine sehr geringe Säuresekretion auftritt, wie das ja auch schon längere Zeit bekannt ist. Am stärksten war bei den Versuchen die Acidität bei Milch und Bouillon, bei letzterer wahrscheinlich wegen der in ihr enthaltenen reizenden Extraktivstoffe; wird sie ja gerade wegen ihrer die Magensaftsekretion anregenden

Wirkung als Einleitung zu einer grösseren Mahlzeit empfohlen. Was den Einfluss der Temperatur angeht, so ist ein besonders auffallender Unterschied nicht zu konstatieren; immerhin zeigt die Acidität bei 5⁰ im Vergleich zu der Acidität bei 50⁰ höhere Werte, während ihr die Zahlen bei 38⁰ ziemlich nahe kommen.

II.

Auch über den Einfluss der Temperatur der Speisen auf die Resorption im Magen wurden einige Versuche angestellt. Bis jetzt liegen über diese Frage, soviel mir bekannt, noch keine Untersuchungen vor. Wie schon bemerkt spielt die resorptive Tätigkeit des Magens nur eine untergeordnete Rolle. Zu den folgenden Versuchen wurde eine 4,8 prozentige Traubenzuckerlösung benutzt. Es wurden 400 ccm, also eine 19.2 gr. Zucker enthaltene Lösung bei 5⁰, 50⁰ und 38⁰ C. eingeführt, 5 oder 10 Minuten im Magen gelassen und dann exprimiert. Die gewonnenen Flüssigkeiten wurden gemessen, der Zuckergehalt mittels des Halbschattenpolarisationsapparates in Prozenten bestimmt und dann in gr. berechnet.

Es fand sich folgendes:

Tabelle D.

Nr.	Vers.-Person	Temperatur	Verweildauer Min.	Exprim. Menge ccm	Zuckergehalt in %	Zuckergehalt in gr.	Entfernt gr Zucker
1	Jüngert	5⁰	5	455	3.8	17.29	1.91
2	„	50⁰	5	380	3.8	14.44	4.76
3	„	38⁰	5	245	4.3	10.54	8.66
4	Pfeiffer	5⁰	10	260	3.8	9.88	9.32
5	„	50⁰	10	295	3.5	10.33	8.87
6	„	38⁰	10	170	4.4	7.48	11.72

Auch bei diesen Versuchen zeigt sich die Temperatur von hohem Einfluss auf die Magentätigkeit. Auch hier finden wir die Motilität des Magens am grössten bei Einführung von Flüssigkeiten von 38^0. Gestatten diese Versuche nun auch einen Einblick in die resorptive Tätigkeit des Magens? Die am Schluss der Versuchszeit aus dem Magen verschwundene Zuckermenge ist entweder an den Darm abgegeben oder resorbiert worden. Die an den Darm abgegebene Flüssigkeitsmenge und damit die auf diesem Wege entfernte Zuckermenge würde leicht zu bestimmen sein, wenn nicht durch zahlreiche Versuche nachgewiesen wäre, dass sich nach Einführung einer conzentrierten Zuckerlösung eine Menge Flüssigkeit aus der Schleimhaut in den Magen ergiesst. Besonders durch *Roth*[1]) und *Strauss* sind in dieser Frage Untersuchungen ausgeführt worden. Auch der erste der obigen Versuche gibt einen Beweis hierfür: es werden 400 ccm eingeführt und nach 5 Minuten 455 ccm exprimiert. Die eingeführten Lösungen sind also verdünnt worden durch Resorption und durch Uebertritt von Flüssigkeit in den Magen. Quantitativ beide Werte zu bestimmen ist auf diesem Wege nicht möglich. Wir können daher aus den Versuchen nur den Schuss ziehen, dass bei der Resorption von Zucker und der damit einhergehenden Verdünnungssekretion die Temperatur der Lösungen von bedeutendem Einfluss ist. Bei meinen Versuchen war bei 38^0 der Zucker in grösster Menge aus dem Magen verschwunden, gleichzeitig aber die Concentration der Zuckerlösung am wenigsten herabgesetzt.

III.

Wie schon eingangs hervorgehoben, ist es eine Hauptaufgabe des Magens, zu hohe oder zu niedrige

---

[1]) Roth und Strauss, Untersuchungen über den Mechanismus der Resorption und Sekretion im menschlichen Magen. Zeitschrift für klin. Med. Bd. 37.

und dadurch für den Darm schädliche Temperaturen zu moderieren. Es wurden daher auch einige Versuche ausgeführt, um zu erfahren, inwieweit der Magen dieser Aufgabe gerecht zu werden imstande ist. Untersuchungen über die Temperatur des Magens und den Wärmeausgleich in demselben sind schon von *Quincke*[1]) mitgeteilt worden. Er bestimmte die Magentemperatur bei einem gastrostomierten Knaben durch direktes Einführen des Thermometers und fand sie durchschnittlich 0,12° höher als die Rektaltemperatur. Zu den Untersuchungen über den Wärmeausgleich wurden die Flüssigkeiten in den Magen eingegossen und gleichfalls die Temperatur direkt abgelesen; es fand sich, dass die Ausgleichszeit bei verschiedenen Flüssigkeiten etwas verschieden, übrigens am kürzesten bei heissen, dann bei sehr kalten, am längsten bei lauwarmen Flüssigkeiten war. Die Verhältnisse liegen bei solchen Gastrostomierten aber eigenartig. Eine Ausgleichszeit von über 30 Minuten, wie sie *Quincke* für 500 ccm kalten Wassers als notwendig fand, kommt bei einem normalen Menschen wohl kaum in Betracht, weil der Magen schon eher leer ist, wenigstens darf ich das bei meinen Versuchspersonen aus dem Ergebnis verschiedener Versuche schliessen.

Die folgenden Untersuchungen wurden mit Flüssigkeiten von niedriger und hoher Temperatur vorgenommen, um einerseits die Erwärmung, andererseits die Abkühlung zu beobachten. Die Versuchspersonen mussten schnell Thee von 5 oder 50° trinken. Einige Minuten später wurden einige ccm exprimiert und deren Temperatur bestimmt und so fortgefahren, bis nichts mehr zu exprimieren war. Es ist klar, dass sich die Temperatur vom Magen bis in das Sammel-

---

[1]) Quincke, Ueber Temperatur und Wärmeausgleich im Magen. Arch. für experiment. Pathol. und Pharmakol. Bd. 25.

glas leicht ändern konnte. Um dieses möglichst zu vermeiden, wurde die Sonde vorher durch Einlegen in warmes Wasser auf die etwa zu erwartende Temperatur erwärmt, desgleichen auch das Sammelglas, das, um seine Wärmecapazität möglichst klein zu versehen, sehr dünnwandig gewählt und ausserdem noch mit Watte umgeben wurde, um die Wärmeabgabe möglichst zu hindern. Verschiedene Vorversuche zeigten, dass bei dieser Anordnung bei den in Betracht kommenden Flüssigkeitsmengen eine unvermeidliche Abkühlung von $^1/_2$—1^0 eintrat, die bei den folgenden Zahlen noch zu berücksichtigen ist.

1. Pfeiffer:

500 ccm Thee von **50⁰** hatten

nach 3	Minuten	eine	Temperatur	von	$41^1/_2{}^0$
„ 6	„	„	„	„	40^0
„ 9	„	„	„	„	38^0

2. Jüngert.

500 ccm Thee von **50⁰** hatten

nach 3	Minuten	eine	Temperatur	von	$40^1/_2{}^0$
„ 6	„	„	„	„	$39^1/_2{}^0$
„ 9	„	„	„	„	38^0
„ 12	„	„	„	„	37^0

3. Jüngert:

500 ccm Thee von **5⁰** hatten

nach 3	Minuten	eine	Temperatur	von	$23^1/_2{}^0$
„ 6	„	„	„	„	30^0
„ 9	„	„	„	„	$32^1/_2{}^0$
„ 12	„	„	„	„	$33^1/_2{}^0$

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, ist der Magen imstande schnell die Temperatur der eingeführten Flüssigkeit zu ändern. Allerdings findet die Erwärmung bezw. Abkühlung zum Teil auch schon in der Mundhöhle und Speiseröhre statt. Ueber die Veränderung der Temperatur in der Mundhöhle sollen später noch einige Versuche mitgeteilt werden. Die

Erwärmung bezw. die Abkühlung ist am grössten in den ersten Minuten. Thee von 50° wird innerhalb 3 Minuten auf 41 ½°, im andern Versuch auf 40 ½° abgekühlt. Dann aber geht die weitere Abkühlung langsamer vor sich, natürlich, denn schon nach den 3 ersten Minuten ist die Temperatur der Körperwärme nahegekommen und nach einigen Minuten ist sie ihr gleich.

Bei dem Versuch, der die Erwärmung kalter Getränke prüft, finden wir den Thee von 5° nach 3 Minuten schon auf 23 ½° erwärmt, also um 18 ½°. Dann geht's aber langsamer. In den nächsten 3 Minuten nimmt die Erwärmung um 4° zu, in den folgenden 3 Minuten um 2½°, 3 Minuten später ist die Temperatur noch um 1° gestiegen und zwar bis zu 33 ½°; der Magen ist jetzt leer. Die Körpertemperatur hat also die Flüssigkeit nicht erreicht. Die zuletzt exprimierte Menge hat eine Temperatur von 33½°, und es ist recht wohl möglich, dass der grösste Teil der Flüssigkeit schon bei einer niederen Temperatur aus dem Magen befördert wurde.

Diese Frage wurde noch weiter geprüft durch 2 Versuche, bei denen die exprimierte Menge genau gemessen wurde.

1. Jüngert:

500 ccm Thee werden bei 5° eingeführt

Nach	10 Minuten ist die Temperatur	30 ½°,
„	15 „ „ „ „	32 ½°,
„	20 „ „ „ „	33°.

Damit ist der Rest exprimiert worden; im ganzen 100 ccm.

2. Pfeiffer.

Es wurden gleichfalls 500 ccm Thee von 5° eingeführt.

Nach	5 Minuten ist die Temperatur	27°,
„	10 „ „ „ „	31½°.

Im ganzen wurden 160 ccm exprimiert; bei der letzten Expression der Rest.

Im ersten Versuch waren also in 20 Minuten 400, im zweiten in 10 Minuten 340 ccm aus dem Magen befördert worden, und dabei war die zuletzt exprimierte Menge im ersten Fall 32°, im zweiten nur 31½° warm. Es ist also höchstwahrscheinlich, dass eine gewisse Flüssigkeitsmenge auch schon bei einer Temperatur in den Darm befördert wurde, die für denselben unter Umständen schon von Nachteil sein kann. Auf diese Weise ist auch die klinisch häufig zu beobachtende Tatsache zu erklären, dass die Folgen eines eiligen, kalten Trunkes nicht so sehr den Magen treffen als den Darm. Würde der Magen seine Aufgabe vollkommen erfüllen und das Getrunkene in ausreichender Weise erwärmen, bevor er es weitergibt, so würde für eine Erkrankung des Darms durch den kalten Trunk keine rechte Erklärung zu finden sein.

Für die Erwärmung und Abkühlung der Speisen kommt aber auch noch, wie schon bemerkt, die M u n d h ö h l e und die S p e i s e r ö h r e in Betracht. Während letztere sich unseren Untersuchungen entzieht, waren Versuche über die Temperaturveränderung in der Mundhöhle leicht anzustellen. Die Versuchspersonen nahmen 40 bezw. 50 ccm Wasser von 5 oder 50° auf einige Sekunden in den Mund und brachten es dann schnell in das oben beschriebene Sammelglas.

Es fand sich folgendes:

50 ccm Wasser von **5°** sind nach einem Aufenthalt
von 5 Sekunden 10°,
„ 10 „ 11°,
„ 20 „ 13° warm.

Andererseits werden 40 ccm Wasser von **50°** durch einen Aufenthalt von 5 Sekunden auf 43½°,
„ 10 „ „ 43°
„ 20 „ „ 42° abgekühlt.

Wir sehen also, dass die Mundhöhle in ausgezeichneter Weise imstande ist schnell hohe und niedrige Temperaturen zu mildern. Innerhalb 5 Sekunden ist die Erwärmung oder Abkühlung schon ganz bedeutend. In den folgenden Sekunden ist dann die Temperaturänderung nur noch sehr gering. Empirisch hat man dieser Eigenschaft der Mundhöhle von jeher durch den Rat, sehr heisse oder kalte Speisen vor dem Verschlucken einige Sekunden im Munde zu behalten, Rechnung getragen.

Bei vielen Touristen besteht die Sitte auf der Wanderung sehr kaltes Wasser nur nach Zusatz von etwas Alkohol zu trinken, weil es so erfahrungsgemäss seltener nachteilige Folgen hat. Dass gerade Trinkwasser zu Erkrankungen des Digestionstraktus häufig Veranlassung gibt, ist eine längst bekannte Tatsache. Nun haben zahlreiche Versuche — auch ich fand bei zwei Controlversuchen dasselbe — dargetan, dass durch reines Wasser eine Salzsäuresekretion nicht angeregt wird, sodass die vielen Trinkwasserinfektionen, wie das auch *Moritz* annimmt, zum Teil durch das Fehlen der desinfizierenden Salzsäure zu erklären sind. Beim Genuss sehr kalten Wassers kommt zudem nicht nur die Möglichkeit einer Infektion durch zugleich miteingeführte pathogene Mikroorganismen in Betracht, sondern auch eine Erkrankung durch schon im Magen oder Darm enthaltene Bakterien, die jetzt die durch den kalten Trunk lädierte Schleimhaut mit Erfolg angreifen.

Die Versuche, die mit Wasser, dem etwas Alkohol zugesetzt war, angestellt wurden, ergaben nun, dass solches Wasser die Salzsäuresekretion anzuregen imstande ist. Es wurden 400 ccm Wasser von 5°, dem 50 ccm Cognac hinzugefügt waren, getrunken und 15 Minuten später exprimiert. Die gewonnenen Mengen gaben jedesmal deutlich saure Reaktion. Die

Proben mit Lakmuspapier, Congorot und *Günzburg*'s Reagenz waren positiv.

Es ergab sich:

1. Pfeiffer: Expression von 140 ccm:
   freie Salzsäure 6; Ges.-Acidität 8.
2. Huber: Expression von 255 ccm:
   freie Salzsäure 2; Ges.-Acidität 3.
3. Glaser: Expression von 265 ccm:
   freie Salzsäure 7; Ges.-Acidität 11.

So dürften wir in der durch Alkoholzusatz angeregten Salzsäuresekretion eine Erklärung für die vielfältig beobachtete oben erwähnte Tatsache haben.

Werfen wir einen Rückblick auf die Ergebnisse unserer Versuche, so müssen wir sagen, dass die Temperatur der aufgenommenen Speisen auf die Magentätigkeit einen ganz bedeutenden Einfluss hat. Wenn ich die Resultate kurz zusammenfassen soll, so war am auffallendsten der Einfluss der Temperatur auf die Motilität des Magens. Diese war am besten, wenn die eingeführten Speisen eine Temperatur von etwa 38° hatten. Auch auf die Sekretion war ein, wenn auch weniger deutlicher Einfluss zu erkennen; die höchsten Aciditätswerte fanden wir bei 5°, doch kamen ihnen die Zahlen bei 38° ziemlich nahe. Die Versuche über die Resorption zeigten, dass der Zucker in grösster Menge aus dem Magen entfernt wurde, wenn die Zuckerlösungen bei 38° aufgenommen wurden. Inwieweit hierbei die Resorption beteiligt war, konnte aus der Herabsetzung der Conzentration nicht sicher berechnet werden, da mit der Resorption zugleich eine Verdünnungssekretion verbunden ist. Weiterhin wurde dann die Erwärmung bezw. Abkühlung der Speisen im Munde und Magen untersucht und gefunden, dass der Mund sowohl wie der Magen in ausgezeichneter Weise imstande sind, schnell sehr hohe oder niedrige Temperaturen zu moderieren. In grosser Menge in den

Magen gebrachte kalte Speisen werden schon weiterbefördert, ehe sie Körpertemperatur erreicht haben. Endlich zeigte sich, dass durch einen Trunk kalten Wassers, dem etwas Alkohol zugesetzt ist, im Magen eine Salzsäuresekretion angeregt wird.

Einiges praktische Interesse dürfte auch noch die oben erwähnte Tatsache haben, dass für die Weiterbeförderung der Speisen die günstigsten Bedingungen bestehen, wenn wir sie bei etwa Körpertemperatur aufnehmen. Einem Kranken, der an motorischer Insufficienz des Magens leidet, werden wir daher raten, sehr heisse oder sehr kalte Speisen zu meiden.

Auch an dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, Herrn Prof. Dr. Joh. Müller für die Anregung zu dieser Arbeit und die freundliche Unterstützung bei den Versuchen meinen besten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Am 22. September 1881 als Sohn des prakt. Arztes Dr. med. Joseph Hurck zu Berge-Borbeck (Rhld.) geboren, besuchte ich durch Privatunterricht vorbereitet die Mittelschule in Borbeck und das Gymnasium in Essen (Ruhr), das ich Ostern 1899 mit dem Reifezeugnis verliess. Hierauf bezog ich auf zwei Semester die Universität in Freiburg i. Br., wo ich in der philosophischen Fakultät inskribiert war. Ich wandte mich dann dem Studium der Medizin zu und war während der nächsten vier Semester auf der Würzburger Hochschule. Nachdem ich dort im März 1902 die ärztliche Vorprüfung bestanden hatte, besuchte ich je ein Semester der Universität in Kiel und Berlin, um dann nach Würzburg zurückzukehren, wo ich am 27. Juni 1904 das medizinische Staatsexamen beendete.